

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-19>

УДК 338.984; 338.28; 338.47; 354

Д. В. Пелегов^{а)}, Г. А. Еременко^{б)}^{а, б)} Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация^{а)} <https://orcid.org/0000-0002-0274-2572>; dmitry.pelegov@urfu.ru

Государственная поддержка электрического транспорта в Китае: причины, меры и перспективы¹

В настоящее время трансформация автомобильной индустрии в сторону электрификации стала одним из символов перехода к устойчивой экономике в целом ряде регионов. Причем сами эти перемены инициированы не только запросом потребителей или предложением производителей, но и благодаря усилиям регулирующих органов. Данная статья посвящена подведению итогов первых десяти лет реализации государственной политики Китая в области стимулирования продаж электромобилей. Основная цель статьи — ознакомление русскоязычной аудитории с успешной практикой формирования властями одной страны индустрии нового типа транспортных средств. Поскольку статья имеет обзорно-аналитический характер, в качестве основного метода используется анализ открытых источников и научной литературы. В первой части статьи изучается место Китая на мировом рынке электромобилей и классифицируются основные причины, побудившие власти Китая к трансформации национальной автомобильной индустрии. Во второй части подробно исследуется комплекс мер, обеспечивавших государственную поддержку роста доли электрических транспортных средств. В третьей части подводятся краткие итоги, анализируются возможные изменения этой политики в краткосрочной перспективе, а также обсуждается влияние описываемых процессов на мировую экономику. Поскольку в результате реализации описанной в статье государственной политики автомобильной индустрии Китая удалось совершить рывок и выйти на лидирующие позиции по продажам и производству электромобилей, данная статья может быть использована как для проведения успешных практик, так и для анализа возможного влияния растущей индустрии электрического транспорта на экономику регионов России и мира.

Ключевые слова: автомобильная промышленность, электромобили, государственная поддержка, регулирующие органы, Китай, субсидии, квоты, загрязнение воздуха, литиевый аккумулятор, зарядная инфраструктура

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (постановление No 211, контракт No 02.A03.21.0006). Д. В. Пелегов благодарит за финансовую поддержку Министерство образования и науки Российской Федерации в рамках Государственного задания УрФУ (проект FEUZ-2020-0054).

Для цитирования: Пелегов Д. В., Еременко Г. А. Государственная поддержка электрического транспорта в Китае: причины, меры и перспективы // Экономика региона. 2020. Т. 16., вып. 3. С. 921-934. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-19>

¹ © Пелегов Д. В., Еременко Г. А. Текст. 2020.

REVIEW PAPER

UDC 338.984; 338.28; 338.47; 354

Dmitry V. Pelegov ^{a)}, Gleb A. Eremenko ^{b)}^{a, b)} Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation^{a)} <https://orcid.org/0000-0002-0274-2572>, e-mail: dmitry.pelegov@urfu.ru

State Support of Electric Vehicle Industry in China: the Driving Forces, Actions and Perspectives

Nowadays, the electrification of the automotive industry in some regions symbolises the transition to a sustainable economy. Moreover, these changes were initiated by regulatory authorities, and not only consumers and manufacturers. The article summarizes the results of the first decade of implementing Chinese governmental policy promoting sales of electric vehicles. Our goal is to acquaint the Russian-speaking audience with the successful practise of state support of the emerging industry. As we focused on reviewing and analysing the information, the main research method is the survey of open sources and academic literature. In the first part of the article, we reported the key role of China in the global electric vehicle market and identified the main driving forces in the transformation of the national automotive industry. In the second part, we closely examined the actions taken by the Chinese authorities to ensure an increase in the share of electric vehicles. In the third part, we summarised and analysed the possible short-term changes, as well as discussed the impact of the described processes on the global economy. The implementation of the aforementioned policy enabled a breakthrough, allowing Chinese automotive industry to reach the leading position in terms of sales and production of electric vehicles. Therefore, this research can be used for both the adoption of successful practice and analysis of the influence of the emerging electric vehicle industry on the Russian and global economy.

Keywords: automotive industry, electric vehicles, state support, regulatory authorities, China, subsidies, new energy vehicle mandate, air pollution, lithium battery, charging infrastructure

Acknowledgments

The article has been prepared with the support of the Government of the Russian Federation (the Decree No. 211, the contract No. 02.A03.21.0006). D. V. Pelegov would like to thank the Russian Ministry of Education and Science for financial support in accordance with the state task to the Ural Federal University (the project FEUZ-2020-0054).

For citation: Pelegov, D. V. & Eremenko, G. A. (2020). State Support of Electric Vehicle Industry in China: the Driving Forces, Actions and Perspectives. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(3), 921-934, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-19>

1. Введение

Транспорт является одним из ключевых элементов современного общества и мировой экономики. С одной стороны, производство транспортных средств и их компонентов является важной отраслью для многих развитых стран, а транспортные средства являются одними из крупнейших потребителей энергоресурсов. Современная транспортная инфраструктура обеспечивает как перемещение товаров от производителя к покупателю, так и глобальную мобильность населения. С другой стороны, транспортные средства являются причиной преждевременных смертей и источником загрязнения окружающей среды. Нефть, используемая для производства топлива, становится причиной геополитических конфликтов и войн, а ее добыча и транспортировка могут приводить к крупным экологическим катастрофам.

В связи с критической важностью транспорта любые существенные технологические и концептуальные изменения транспортных средств и транспортной инфраструктуры должны своевременно отслеживаться для оценки как краткосрочных, так и долгосроч-

ных перспектив. В последние годы электрификация транспорта стала одной из главных тенденций автомобильной индустрии, что можно легко отследить, например, по данным ежегодного опроса руководителей автомобильной индустрии «Global automotive executive survey», публикуемого KPMG¹. При этом рост популярности электрических транспортных средств (далее ЭТС) хорошо демонстрирует одно существенное изменение автомобильной индустрии — увеличению роли государства как движущей силы перемен. Так, около 77 % опрошенных KPMG руководителей согласны с утверждением, что именно регулирующие органы будут определять ключевые направления развития автомобильной индустрии, а автомобильные компании из архитекторов прогресса перейдут в статус исполнителей.

Наглядно продемонстрировать разницу государственной политики регулирования автомобильной индустрии в разных регионах можно при помощи сравнения графиков про-

¹ 20th KPMG Global Automotive Executive Survey 2019. URL: <https://automotive-institute.kpmg.de/GAES2019/> (дата обращения: 13.02.2020).

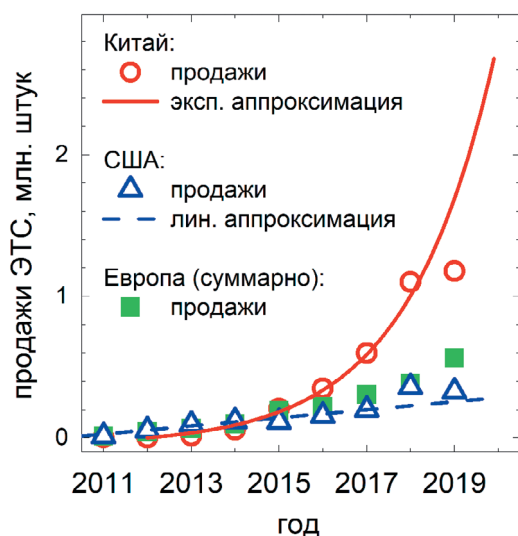


Рис. 1. Сравнение роста продаж ЭТС в разных регионах. Точками обозначены фактические продажи, линиями — экспоненциальная (Китай) и линейная (США) аппроксимации.

Fig. 1. Comparison of sales growth of electric vehicles in different regions. The dots represent actual sales, the lines show exponential (China) and linear (USA) approximations

даж ЭТС в США, Европе и Китае (рис. 1). Следует отметить, что на этом графике и далее в статье представлены данные для легковых электромо- билей, поскольку исследование коммерческих ЭТС, безусловно, интересно и важно, но выхо- дит за рамки представленной работы. Данные продаж на рисунке 1 показывают, что для США наблюдается относительно медленный линей- ный рост продаж ЭТС (ежегодный прирост по- рядка 35 тыс. ЭТС), косвенно свидетельствую- щий об умеренности политики регулирующих органов. Отклонение от линейной аппрокси- мации, наблюдаемое для продаж ЭТС в США в 2018 г., вызвано не успешной государствен- ной программой, а прорывными продажами Tesla Model 3, которые в США составили почти 140 тыс. за 2018 г.¹ Продажи ЭТС в Европе ра- стут чуть быстрее, но темпы роста недоста- точны для того, чтобы совокупные европей- ские продажи хотя бы приблизились к таковым в Китае (рис. 1). В отличие от США и Европы, в Китае до 2018 г. включительно наблюдался экспоненциальный рост продаж, демонстри- рующий достаточную эффективность стабиль- ной государственной политики в области элек- трификации транспорта. Однако в 2019 г. рост практически остановился, что заставляет за- даться вопросом, насколько стабильно разви- тие электрического транспорта в Китае в част- ности и в мире в целом.

¹ EV sales. URL: <http://ev-sales.blogspot.com/> (дата обраще- ния: 13.02.2020).

Для того чтобы разобраться в особенностях современной автомобильной промышленно- сти Китая, в данной статье будут кратко рас- смотрены причины интереса властей Китая к развитию рынка ЭТС, изучен комплекс мер государственной поддержки и кратко проана- лизированы возможные последствия транс- формации этой политики Китая для глобаль- ной автомобильной индустрии.

2. Причины поддержки ЭТС в Китае

Для начала очень важно понимать движу- щие силы перемен. В 2009 г. Китай стал круп- нейшим автомобильным рынком в мире [1]. В том же 2009 г. стартовал государственный проект «Thousands of Vehicles, Tens of Cities», который можно считать началом системной поддержки электрического транспорта в Китае [1]. Для чего правительству Китая было необхо- димо инициировать существенные трансфор- мации целой индустрии, крупнейшего в мире рынка легковых автомобилей? Можно выде- лить три основные группы причин для реали- зации мер государственной поддержки ЭТС: экологические, экономические и политиче- ские. Четкое понимание этих причин очень важно, поскольку именно они являются движу- щей силой перемен автомобильной индустрии и в Китае, и во всем мире.

2.1. Политические причины

Растущее число автомобилей на доро- гах Китая привело к тому, что потребление нефти в Китае неизменно растет [2] и, начиная с 2013 г., Китай стал крупнейшим импортером нефти в мире [3]. При этом в Китае, в отличие от другого крупного импортера нефти — США, импорт преобладает над собственным про- изводством, и в 2015 г. доля импортируемой нефти в Китае превысила 60 % [4]. Растущую зависимость экономики Китая от стран — им- портеров нефти можно оценить как потен- циальную угрозу для устойчивого развития страны [5–7].

Первым шагом по снижению рисков стало создание стратегических запасов нефти, при этом импорт сырой нефти в Китай рос бы- стрее, чем ее внутреннее потребление. Кроме того, Китай реформировал экономическую по- литику в области нефтепереработки, умень- шив ограничения как на импорт, так и на экс- порт. С середины 2015 г. Китай предоставил ли- цензии на импорт сырой нефти независимым нефтеперерабатывающим заводам на северо- востоке Китая. Вторым шагом стала геогра- фическая диверсификация импорта. В 2016 г.

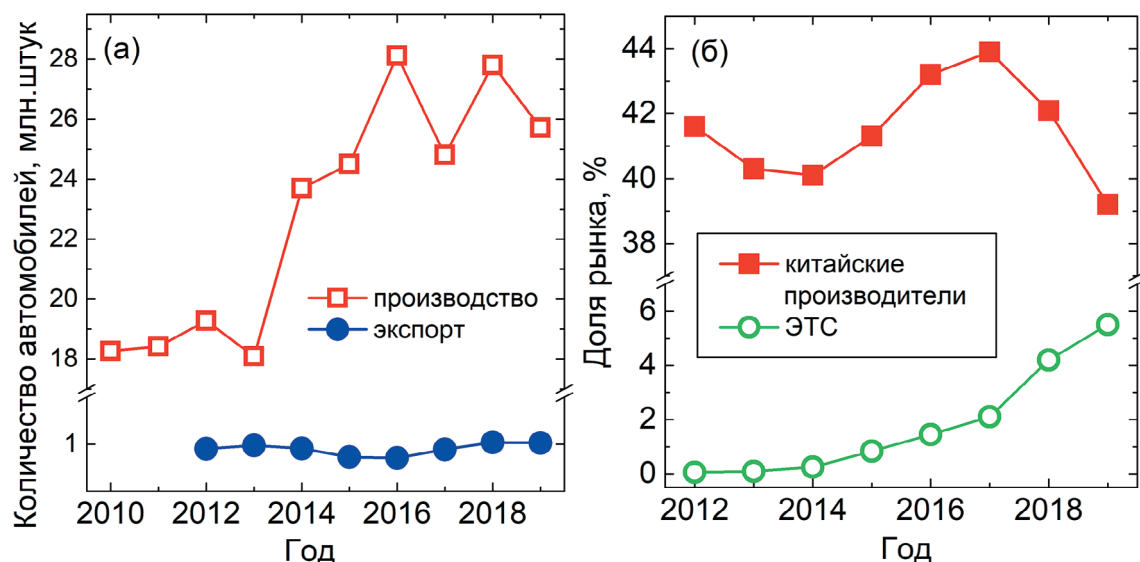


Рис. 2. а) Годовые объемы производства и экспорта автомобилей, и б) изменение долей местных производителей и ЭТС в Китае (сост. по данным Китайской ассоциации автопроизводителей. URL: <http://www.caam.org.cn/> (дата обращения: 20.02.2020))

Fig. 2. a) Annual production and export of cars; b) changes in the share of local manufacturers and electric vehicles in China (сост. по данным Китайской ассоциации автопроизводителей. URL: <http://www.caam.org.cn/> (дата обращения: 20.02.2020))

в Китае произошло самое большое снижение внутреннего производства нефти, а к 2017 г. 56 % импорта сырой нефти в Китай приходилось на страны, входящие в Организацию стран — экспортеров нефти. Страны ОПЕК и некоторые страны, не входящие в ОПЕК, включая Россию (Россия превзошла Саудовскую Аравию в качестве крупнейшего источника иностранной нефти в Китае в 2016 г.), договорились сократить добычу сырой нефти до конца 2018 г., что позволило другим странам увеличить свою долю рынка в Китае в 2017 г.¹

Первые два шага помогают снизить политические риски зависимости от импорта нефти, но не решить проблему растущего импорта нефти. Рост доли электрического транспорта с одновременным ростом объема внутреннего производства электроэнергии при помощи возобновляемых источников можно рассматривать как более кардинальный способ обеспечения политической стабильности путем перехода от импорта энергоресурсов к внутреннему производству.

2.2. Экономические причины

Будучи крупнейшим потребителем автомобильной продукции, Китай может рассматривать поддержку электрического транспорта как способ поддержки национальных произво-

дителей. По состоянию на конец 2019 г. годовые объемы производства автомобилей составили 25,7 млн шт. Но при этом видно, что в последние годы существенного роста внутреннего рынка и экспорта китайских автомобилей не наблюдается (рис. 2а). Доля китайских производителей на автомобильном рынке Китая также не растет (рис. 3б), а скорее имеет тенденцию к снижению, поэтому правительству Китая необходимо находить новые точки роста автомобильной индустрии.

Можно предположить, что государственная поддержка индустрии электромобилей может помочь Китаю снова выйти на рост внутреннего производства, причем обеспечить этот рост за счет двух факторов. Во-первых, доля автомобилей собственного производства среди ЭТС (в Китае для обозначения ЭТС используется аббревиатура *NEV* — *new energy vehicles*) несопоставимо выше, чем среди бензиновых. Так, по итогам 2019 г. среди 20 наиболее продаваемых ЭТС в Китае было только три модели иностранных брендов, а именно Tesla Model 3, BMW 530Le VW Passat GTE на 8-м, 12-м и 18-м местах соответственно². Более того, рост популярности ЭТС создает предпосылки для успешной конкуренции в премиальном секторе, где позиции иностранных брендов очень сильны. Так, продажи двух моделей компании Nio (один из новых премиальных брендов ЭТС

¹ EIA. China surpassed the United States as the world's largest crude oil importer in 2017. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=34812> (дата обращения: 20.02.2020).

² EV sales. URL: <http://ev-sales.blogspot.com/> (дата обращения: 20.02.2020).

из Китая) по итогам 2019 г. составили более 20 тыс. шт., а модель Nio ES6 лишь немного не дотянула до первой двадцатки. Самым же продаваемым электромобилем стала относительно дорогая модель BAIC EU-series с ценой около 32 тыс. долл. США.

Кроме роста продаж на внутреннем рынке, поддержка электротранспорта может помочь Китаю увеличить экспорт автомобильной продукции. Сейчас Китай воспринимается как ведущая мировая держава по производству и продажам электромобилей. В 2019 г. в Китае было продано более 1,2 млн ЭТС, в то время как в США — примерно в три раза меньше (см. рис. 1). Такое значительное преимущество китайского рынка ЭТС вместе с фактом доминирования на нем отечественных производителей позволяет китайским компаниям получить уникальный опыт и подготовить значительные производственные мощности. В распоряжении производителей ЭТС и тяговых аккумуляторов уникальные массивы больших данных по особенностям эксплуатации ЭТС в различных погодных / климатических условиях и при различных сценариях использования. Чем выше продажи, тем больше этих данных и, соответственно, тем больше возможности по повышению потребительских свойств ЭТС. Богатый опыт, накопленные данные и созданные производственные мощности создают хорошие предпосылки для глобальной экспансии китайских автопроизводителей в будущем.

2.3. Экологические причины

Проблема загрязнения воздуха в Китае чрезвычайно актуальна уже не одно десятилетие. По данным Министерства охраны окружающей среды Китая, в 2014 г. воздух 66 из 74 крупнейших городов Китая не соответствовал национальным стандартам качества атмосферного воздуха [8]. За последние 20 лет выбросы от дорожного движения выросли на 45 %, составив 17 % выбросов CO₂ в Китае в 2015 г. Транспорт является далеко не единственным источником атмосферных загрязнений [9], но как десять лет назад [10], так и в настоящее время [11] вклад транспортных средств, использующих сжигание топлива, остается одним из центральных.

Ранее экономические потери от загрязнения воздуха зачастую недооценивались, но в настоящее время этому вопросу стало уделяться все больше внимания [12, 13]. Общий объем инвестиций в борьбу с загрязнением воздуха только в пекинском регионе за период с 2013 г. по 2017 г. составил 800 млрд юаней [8]. Повышение уровня загрязнения в конкрет-

ном регионе или городе приводит к снижению его привлекательности и оттоку населения, что можно отследить, например, по динамике цен на жилье в зависимости от уровня загрязнения воздуха [14]. Переход на электрический транспорт с одновременным увеличением доли менее загрязняющих методов генерации электроэнергии могут способствовать улучшению одновременно и экологической, и экономической ситуации в Китае.

3. Меры поддержки ЭТС в Китае

Чтобы способствовать росту популярности ЭТС, правительство Китая последовательно реализует комплекс мер, стимулирующих производство и потребление ЭТС.

Все меры можно условно разделить на пять категорий:

- финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- финансовые меры поддержки покупателей ЭТС (субсидии);
- развитие зарядной инфраструктуры;
- создание преференций для покупателей и владельцев ЭТС;
- экономические меры по стимулированию производства ЭТС.

Подготовительная работа по развитию индустрии ЭТС в Китае началась с создания научного и инженерного задела. В 2001 г. разработка технологий для ЭТС была включена в Национальную программу исследований и разработок в области высоких технологий (программу 863) [15]. Только в 2006 г. правительство выделило 1,16 млрд юаней (184 млн долларов) на поддержку НИОКР в рамках этой программы¹.

3.1. Субсидии на ЭТС

После подготовительной фазы проведения предметно ориентированных НИОКР китайское правительство приступило к реализации программы федерального субсидирования покупки новых ЭТС.

Первый пилотный раунд федеральных субсидий начался в январе 2009 г. и продолжался по декабрь 2012 г. Субсидии распространялись на покупку ЭТС в городах Пекин, Шанхай, Ханчжоу, Далянь, Шэньчжэнь и др. — в общей сложности 25 «пилотных» городов. Проект, в первую очередь, был направлен на электро-

¹ Jieyi Lu. Comparing U.S. and Chinese Electric Vehicle Policies. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/comparing-u.s.-and-chinese-electric-vehicle-policies> (дата обращения: 20.02.2020).

мобили для корпоративного рынка и автобусы, но с 2010 г. действие законопроекта распространилось и на частный сектор ЭТС [4]. С 1 июня 2010 г. китайское правительство объявило пробную программу стимулирования ЭТС — «NEV demonstration project» с выплатой субсидий на покупку ЭТС частными лицами в пяти городах. Размер субсидий составил до 60 000 юаней для покупки полностью электрических (батарейных) ЭТС (далее БЭТС) и 50 000 юаней для подключаемых гибридов (далее ГЭТС). В долларах США эти суммы составляли соответственно порядка 9 300 и 7 600 по курсу на июнь 2011 г. Города, участвующие в пилотной программе — Шанхай, Шэньчжэнь, Ханчжоу, Хэфэй и Чанчунь. Субсидии выплачивались непосредственно автопроизводителям, а не потребителям. Размер субсидий снижался после продажи 50 000 единиц ЭТС [1, 3].

По окончании пробного периода федерального субсидирования, китайское правительство приняло решение о продлении программы еще на три года (второй раунд, *the second round of NEV demonstration project*). Проект второго раунда охватывал уже 39 городских групп, что составило в общей сложности 88 городов. Полный перечень этих городов можно найти, например, в работах [3] или [4]. На втором этапе программы субсидии также предоставлялись непосредственно автопроизводителям, которые продавали ЭТС пользователям по цене, сниженной на величину субсидии.

В 2013 г. Министерство промышленности и информационных технологий Китая (МПИТ) внесло значительные изменения в программу субсидий. Размер субсидии для ГЭТС были уменьшены до 35 000 юаней (5600 долл. США), в то время как субсидии для БЭТС варьировались от 35 000 юаней (5600 долл. США) до 60 000 юаней (9 600 долл. США), в зависимости от дальности пробега электромобиля на одной зарядке (рис. 3). Субсидии предоставлялись только покупателям автомобилей отечественных брендов [3].

В дальнейшем два года производилось снижение размера субсидии — на 5 % в 2014 г. и на 10 % в 2015 г. (относительно 2013 г.), а в 2016 г. было объявлено, что субсидии на ЭТС закончатся к 2020 г. с постепенным снижением на 20 % каждый год вплоть до 2019 г. [15–19]. Однако следует отметить, что китайское правительство проявило гибкость и вместо монотонного снижения субсидий дважды увеличивало величину максимальной субсидии — в 2016 г. и 2018 г. Такой шаг отчасти был призван компенсировать введение еще одного

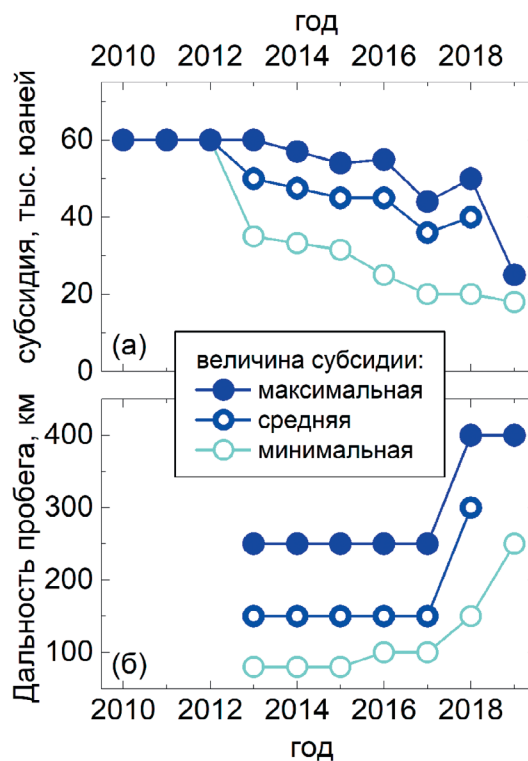


Рис. 3. Динамика изменения (а) размера федеральных субсидий на покупку ЭТС и (б) требований к дальности пробега субсидируемой ЭТС на одной зарядке

Fig. 3. Dynamics of changes in a) the federal subsidy to purchase an electric vehicle, b) the requirements for distance on one charge travelled on a subsidised electric vehicle

влияющего на размер субсидии показателя — величины удельной плотности накопленной энергии. По новым правилам на субсидию могли претендовать ЭТС, в которых аккумулятор характеризуется плотностью энергии от 90 до 120 Вт·ч/кг. Если плотность энергии батареи была больше 120 Вт·ч/кг, субсидии для автомобилей с пробегом больше 150 км, увеличивались на 4000 юаней по сравнению с автомобилями с той же дальностью пробега, но с меньшей плотностью энергии батареи [20]. Можно сделать вывод, что это было сделано скорее для поддержки не автомобильной промышленности, а ключевой для ЭТС индустрии литиевых аккумуляторов, для достижения технологического равенства местных производителей и производителей из Японии и Южной Кореи. Эту же цель преследовало и введение МПИТ в 2015 г. так называемого «Белого списка», ограничивающего доступ к субсидиям на покупку ЭТС, произведенных иностранными компаниями. Данный перечень косвенно ограничивает доступ к субсидиям для иностранных производителей ЭТС путем ограничения числа компаний — производителей тяговых аккумуляторов. ЭТС с тяговыми аккумуляторами производства компаний, не включенных в этот

список, не имеют возможности претендовать на субсидию [17].

В 2018 г. в очередной раз были обновлены требования к ЭТС, претендующим на субсидию [19], но самые серьезные изменения произошли в 2019 г. [18]. Во-первых, из программы поддержки были исключены все ЭТС с пробегом менее 250 км. Во-вторых, для получения максимальной субсидии, ЭТС должно использовать аккумуляторы с удельной емкостью более 160 Вт·ч/кг. Ну и самое важное изменение заключается в уменьшении размеров субсидий более чем в два раза (рис. 3). Можно предположить, что 2019 г. рассматривается властями как финальный год десятилетней программы субсидирования, и в 2020 г. федеральная программа субсидий будет прекращена, по крайней мере в том виде, в котором она была описана выше.

Следует также отметить, что поддержка ЭТС в форме субсидий осуществлялась не только на федеральном уровне, но и на уровне местных органов власти (региональных властей и муниципалитетов). Например, Пекин и Шэньчжэнь запустили совместную программу по предоставлению дополнительных субсидий, по величине равным федеральным (более подробное описание форм региональной поддержки ЭТС можно найти в обзоре [3]). Однако в 2016 г. центральное правительство ввело ограничение на размер местных субсидий до 50 % от суммы, предоставляемой федеральным правительством, а в 2019 г. был введен запрет на региональные субсидии для легковых ЭТС (с исключением для ЭТС, использующих водородные топливные элементы, а также коммерческих ЭТС). Вместо этого центральное правительство обязало регионы продолжить развитие зарядной инфраструктуры и сервиса для ЭТС. Мы можем предположить две причины этих действий: обеспечение более равномерного распределения проникновения ЭТС среди населения по всей стране и избежание поляризации страны с делением на более и менее развитые регионы, а также предотвращение злоупотребления некоторыми производителями и мошенничества с субсидиями. В 2015 г. пять производителей автомобилей в результате неправомерных действий причинили ущерб центральному правительству на сумму примерно в один миллиард юаней (158 млн долл.)¹. Централизация субсидий

¹ Jieyi Lu. Comparing U.S. and Chinese Electric Vehicle Policies. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/comparing-u.s.-and-chinese-electric-vehicle-policies> (дата обращения: 20.02.2020).

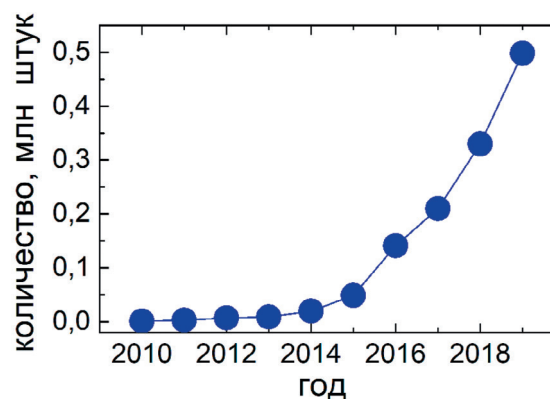


Рис. 4. Общее число установленных публичных зарядных станций в Китае в 2010–2018 гг.

Fig. 4. The total number of installed public charging stations in China in 2010–2018

позволит обеспечить более полный контроль над развитием рынка ЭТС.

3.2. Инфраструктурные проекты

Помимо прямых финансовых инструментов стимулирования покупательской активности есть еще ряд мер, не связанных с потребительской ценой на собственно ЭТС. Исходя из допущения, что недостаточно развитая сеть зарядных станций может помешать покупателю сделать выбор в пользу ЭТС, правительство Китая осуществляет различные формы государственной поддержки развития зарядной инфраструктуры. Количество публичных зарядных станций в Китае неизменно растет (рис. 4) — с 2010 г. по 2015 г. число станций выросло с 1122 до 49 000 шт., по итогам 2016 г. общее количество выросло до 141 000 шт., а в 2017 г. — до 214 000 шт. [21]. В 2018 г. число станций увеличилось еще примерно до 330 000 ед. [22], что, с учетом примерно 480 тыс. домашних зарядных станций, позволило достичь числа 0,8 млн зарядных станций для легковых ЭТС в Китае [23]. По состоянию на ноябрь 2019 г. число публичных зарядных станций в Китае выросло до полу-миллиона единиц².

В 2015 г. МПИТ выпустило руководство по развитию национальной зарядной инфраструктуры для ЭТС (Guidelines for the Development of Electric Vehicle Charging Infrastructure, 2015–2020), согласно которому общее число зарядных разъемов планирова-

² Liu Yuanyuan. China installed more than 1000 EV charging stations per day in 2019. URL: <https://www.renewableenergyworld.com/2020/01/13/china-installed-more-than-1000-ev-charging-stations-per-day-in-2019/#gref> (дата обращения: 17.02.2020).

лось увеличить до 4,8 млн шт. концу 2020 г. [24]. С учетом темпов роста числа зарядных станций и того, что одна публичная зарядная станция оборудована несколькими разъемами, выполнение этого показателя выглядит решаемой задачей.

3.3. Преференции для покупателей ЭТС

Дополнительные меры стимулирования покупательского спроса не ограничиваются развитием зарядной инфраструктуры. Например, в Пекине и Шанхае в целях ограничения количества транспортных средств в городах со сложной транспортной ситуацией установлены ежемесячные лимиты по числу новых номерных знаков для новых автомобилей. Шанхайский муниципальный орган выпускает определенное количество номерных знаков для аукциона каждый месяц. В 2013 г., например, средняя продажная цена составляла 76 000 юаней (около 12 600 долл. США). Потенциальные покупатели автомобилей в Пекине также должны каждый месяц участвовать в лотерее на автомобильный номерной знак, чтобы получить разрешение на покупку. В лотерее, состоявшейся в том же 2013 г., из более чем 1,74 млн претендентов только 18 000 чел. получили номерной знак [4]. Региональные власти используют такие аукционы и лотереи для стимулирования продаж ЭТС и начиная с 2011 г. в Пекине во всех проводимых лотереях преференции отдаются покупателям ЭТС [25]. Некоторые исследователи высоко оценивают роль этой меры и приводят в пример то, что на 6 регионов, практикующих такие преференции для покупателей ЭТС, приходится более половины национальных продаж электромобилей [26].

Получение номерных знаков в крупных городах Китая становится для будущих автовладельцев не только сложным, но и дорогим шагом, и местные органы власти успешно используют и эту особенность. В ряде китайских провинций и городов покупатели ЭТС могут получить свои номерные знаки без уплаты стандартных сборов [17]. Например, в Шанхае для покупателей ЭТС экономия может достигать 100 тыс. юаней (15 900 долл. США)¹. В некоторых провинциях и городах Китая владельцам ЭТС разрешено пользоваться полосами движения для общественного транспорта, предоставляется бесплатная парковка, льготная зарядка ЭТС, освобождение от транспортных налогов

и платы за проезд по платным участкам дорог, специальные программы по льготному кредитованию, а также другие формы стимулирования спроса на ЭТС [17].

3.4. Стимулирование производства ЭТС

Выше были описаны меры по стимулированию покупательской активности, но существует также и проблема удовлетворения этого спроса. К мерам, стимулирующим рост производства, можно отнести введение системы квот на производство ЭТС (*NEV mandate policy* [18]). Данные квоты устанавливают минимальный процент электромобилей, реализуемых автомобильными компаниями. «Отстающие» компании, не выполняющие данное требование, должны будут покупать квоты у компаний-лидеров, перевыполняющих установленные значения (например, BYD), в противном случае на них будут наложены штрафные санкции. При этом формируется система негосударственного финансового стимулирования производства и разработки ЭТС.

Согласно объявленным планам², в 2019 г. компании с годовыми продажами свыше 30 тыс. автомобилей (на рынке КНР) должны реализовать не менее 10 условных процентов ЭТС, а в 2020 г. — не менее 12 % [18]. При этом запланированная изначально квота в 8 % по итогам 2018 г. была отменена в целях предоставления компаниям большего времени для адаптации к новым требованиям. Использование словосочетания «условные проценты» объясняется тем, что для каждой модели по специально разработанной формуле проводится вычисление величины кредита (credits). При оценке выполнения квот реальные проценты продаж пересчитываются на условные с учетом величины кредита. Реальная доля ЭТС среди всех реализованных автомобилей при этом может быть в 2–5 раз меньше. Более подробное рассмотрение системы квот можно найти в соответствующем докладе ICCT [18].

Следует отметить, что данная мера распространяется не только на местных автопроизводителей, но и на иностранные компании. И если раньше иностранные производители могли игнорировать стремление властей Китая увеличить долю ЭТС, поскольку не могли претендовать на субсидии, то введение систем квот заставило их пересмотреть свой модельный ряд в Китае.

¹ Jieyi Lu. Comparing U.S. and Chinese Electric Vehicle Policies. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/comparing-u.s.-and-chinese-electric-vehicle-policies> (дата обращения: 20.02.2020).

² Si M., Yu C. Rules set new targets for NEVs. URL: http://english.www.gov.cn/state_council/ministries/2017/09/29/content_281475892901486.htm (дата обращения: 17.02.2020).

4. Перспективы индустрии ЭТС Китая

В основных работах, где исследовались меры государственной поддержки развития ЭТС в Китае [1, 3, 4, 5, 16, 24], авторы отмечали необходимость оценки успешности предпринятых действий. Анализ рыночных данных по результатам десяти лет действия этой программы позволяет сделать однозначный вывод об эффективности описанного выше комплекса мер. Последовательность, стабильность и комплексность государственной экономической политики Китая в этом направлении проявилась в том, что поддержка ЭТС не прекратилась после первых пяти лет без значительного роста продаж (с 2009 г. по 2014 г.), а также не претерпела кардинальных изменений и после первых положительных сдвигов в 2015 г. Политика поддержки ЭТС с каждым годом совершенствовалась и адаптировалась под текущую обстановку. Уменьшался средний размер субсидии (рис. 3а), ужесточались требования к качеству субсидируемой продукции (рис. 3б), развивались направления, важные для роста индустрии ЭТС: поддерживались местные производители тяговых аккумуляторов, велось постоянное развитие национальной сети зарядных станций (рис. 4).

Особенно следует отметить, что комплекс мер позволил не просто поддержать рост рынка ЭТС, а обеспечить его экспоненциальный рост в пределах первых 10 лет проекта. Для всех других ведущих рынков ЭТС, в том числе и для мирового феномена Норвегии с 49 % долей ЭТС в продажах 2018 г., характерен линейный рост продаж. В нашей предыдущей статье по результатам 2017 г. [27], мы рассуждали о том, как правильно описывать рост рынка ЭТС в Китае — экспоненциальной зависимостью или двумя линейными функциями. Результаты 2018 г. дали однозначный ответ на этот вопрос. Экспоненциальная кривая на рисунке 1 проведена по первым семи точкам (по 2017 г. включительно), но результаты 2018 г. (восьмая точка) подошли достаточно хорошо.

Далее возникает вопрос, а можно ли на основании проведенного анализа мер поддержки рынка ЭТС в Китае (раздел 3) и сопоставление этих мер с продажами ЭТС (рис. 1) количественно оценить дальнейшие перспективы рынка ЭТС в Китае и сделать прогнозы относительно цен на бензиновые автомобили и ЭТС? К сожалению, наш вывод — нет, корректное прогнозирование на данный момент невозможно, и такая неопределенность может продолжаться еще как минимум несколько лет.

В 2019 г. произошло существенно сокращение программы субсидий и это привело к замедлению темпов роста продаж ЭТС (рис. 1). Это было предсказано, например, в работе [19] (хоть и случилось раньше, чем предполагалось) и показало ключевую роль субсидий на данном этапе развития рынка ЭТС в Китае (отвечая на вопрос, сформулированный в работах [4, 16]). Можно предположить, что перечисленные в работе [15] барьеры и недоработки программы не могли замедлить темпы роста на первоначальном этапе, но стали оказывать заметное негативное влияние в условиях переходного периода. Но теперь надо понять, сколько времени понадобится рынку ЭТС Китая для адаптации к новым правилам, когда центральной мерой стимулирования производства и продаж ЭТС становится не субсидирование, а система квот. Если период нестабильности рынка ЭТС Китая продлится недолго и при этом в ближайшем будущем будут озвучены новые планы по доле ЭТС на следующее десятилетие, то краткосрочное прогнозирование может стать достаточно обоснованным. Но для того, чтобы понять, что рынок вернулся к стабильности и прогнозирование стало возможным, необходимо выработать методы оперативного анализа рыночных данных. Мы предлагаем для оценки устойчивости (стабильности) рынка ЭТС использовать анализ продаж ЭТС по месяцам. Эти данные есть в свободном доступе, но их анализ в научной литературе обычно не приводится.

Даже если переходный период будет успешно преодолен, индустрия ЭТС может столкнуться с другой проблемой, которая может замедлить рост доли ЭТС в долгосрочной перспективе. До сих пор остается актуальным вопрос о способности адаптации энергосистемы Китая к росту потребления электричества автомобильным сектором [15]. Переход от использования бензина / дизеля к электричеству требует значительной модернизации энергосистемы Китая, соответственно, не очень понятно, насколько быстро энергетики смогут поддержать рост доли ЭТС. Более того, говоря о решении проблемы загрязнения воздуха, мы упоминали, что рост доли ЭТС должен сопровождаться ростом доли электроэнергии, полученной из возобновляемых источников энергии (далее ВИЭ). Анализ последних исследований позволяет предположить наличие некоторых проблем в государственной политике Китая в области поддержки развития ВИЭ [28–30], что представляется существенным фактором риска для поддержания

быстрого роста национальной индустрии ЭТС. Соответственно, для корректной количественной оценки перспектив рынка ЭТС необходимо регулярно актуализировать количественные оценки перспектив развития ВИЭ в Китае и исследовать влияние энергетики на рынок ЭТС.

Говоря о качественных оценках перспектив, можно предположить, что экспоненциальный рост закончится, но после нескольких лет неопределенности рынок вернется к росту. Такой прогноз можно сделать на основании отсутствия предпосылок для существенного изменения вектора государственной политики Китая в этом вопросе. Подтверждением этого может служить продление действий программы субсидирования и налоговых льгот еще на два года как реакция на замедление темпов роста рынка ЭТС в Китае из-за пандемии коронавируса¹. Эти действия вполне ожидаемы, поскольку все озвученные движущие силы перемен в автомобильной индустрии Китая остаются в силе. Зависимость Китая от импорта энергоресурсов остается значительной, уровень загрязнения воздуха в крупных городах — высоким, а экспорт автомобилей из Китая низким. Критичная для развития ЭТС индустрия тяговых аккумуляторов в Китае также развивается быстрыми темпами, и доминирование Китая по этому направлению в ближайшие годы не вызывает больших сомнений. И еще одним подтверждением успешности программы является факт начала давно ожидаемой экспансии легковых ЭТС китайских брендов в Европу. BYD объявила о начале продаж электромобилей своего производства в Норвегии², а компания Aiways начала свои европейские продажи с поставки нескольких сотен электромобилей подразделению компании Hertz на французской Корсике³.

В любом случае, на данный момент у китайского правительства имеется как набор инструментов, эффективно влияющих на развитие автомобильной индустрии Китая, так и опыт успешного использования этих инструментов. Возвращаясь к одному из заключений двадцатого опроса руководителей автомобильной индустрии компанией KPMG,

Китайское правительство продемонстрировало всему миру навыки умелого архитектора перемен. В его распоряжении — крупнейший в мире автомобильный рынок, развитая индустрия производства ЭТС и крупнейшие в мире мощности для производства тяговых литиевых аккумуляторов.

5. Влияние развития ЭТС Китая на мировую автомобильную индустрию и экономику РФ

Дальнейшая эволюция мер государственной поддержки ЭТС в Китае также должна сильно зависеть от выбора вектора развития. На наш взгляд, есть два основных направления — внутреннее и внешнее. Развитие внутреннего рынка ЭТС позволит продолжить решение экологических, политических и экономических задач. Если Китай сможет поддерживать высокую долю отечественных автопроизводителей на рынке ЭТС и при этом обеспечить его стабильный рост, то за счет постепенного вытеснения иностранных производителей это приведет к росту производства даже при отсутствии роста продаж автотранспорта в целом. Однако, с учетом изменения политики поддержки ЭТС, выполнить эту задачу будет непросто. Следует помнить, что программа по субсидированию ЭТС распространялась только на китайских производителей и продажи ЭТС производства иностранных брендов были незначительными. Переход от субсидий к системе квот привел к тому, что иностранные бренды в массовом порядке стали анонсировать новые модели ЭТС. Это будет способствовать решению экологических и политических задач, но может помешать достижению экономических целей.

Внешнее развитие подразумевает стимулирование экспорта ЭТС, произведенных китайскими брендами, на внешние рынки. Необходимо отметить, что реализация программы субсидий привела к тому, что по 2019 г. включительно китайским компаниям экспорт ЭТС был невыгоден. Продавая ЭТС на внутреннем рынке, местные производители получали двойную выгоду: доступ к субсидиям и получение кредитов для выполнения квот. Это привело к тому, что, несмотря на успех китайских компаний в плане создания ЭТС, даже наиболее успешные модели практически не представлены на внешних рынках. Все, что мы можем упомянуть — это работа китайских производителей со средствами массовой информации (анонсы и долгосрочные планы) и продажи коммерческой техники компании

¹ China Extends Rebates for Electric-Car Purchases to Revive Sales. URL: <https://news.bloombergtax.com/daily-tax-report-international/china-extends-rebates-for-electric-car-purchases-to-revive-sales> (дата обращения: 25.05.2020).

² BYD sets out European EV expansion strategy. URL: <https://bydeurope.com/article/319> (дата обращения: 25.05.2020).

³ Hundreds Aiways U5 as rental car on French island Corsica. URL: <https://www.wautom.com/2020/05/hundreds-aiways-u5-as-lease-car-on-french-island-corsica/> (дата обращения: 25.05.2020).

BYD (электрические автобусы и грузовики). Как мы отмечали в работе [27], рынок электрических автобусов в Китае близок к насыщению и уже не может показывать такого роста, как рынок электромобилей, поэтому такой шаг компании BYD выглядит вполне обоснованным и без мер государственной поддержки экспорта ЭТС. Поскольку в 2019 г. были произведены существенные изменения государственной политики по поддержке ЭТС в Китае, то начало экспансии китайских ЭТС брендов на внешние рынки становится более вероятным. Однако вспоминая упомянутые в начале статьи результаты опроса KPMG¹, можно предположить, что определяющим фактором станет государственная политика регулирующих органов Китая. Если такая задача будет в явном виде сформулирована и поддержана соответствующими модификациями программы поддержки ЭТС, то ее решение выглядит вполне посильной для индустрии Китая.

Для более точной оценки дальнейших перспектив роста ЭТС в Китае осталось дожидаться опубликования новых планов правительства Китая на четырнадцатую пятилетку (2021–2025 гг.) и данных по продажам ЭТС в Китае в 2020 и 2021 гг. Когда эта информация станет доступной, можно будет оценить, по какому пути пойдет китайская индустрия ЭТС — внутреннему или внешнему. В любом случае, нас ожидает возможность наблюдать за борьбой китайских и международных брендов на рынке ЭТС — как минимум на внутреннем китайском, но, возможно, также и на внешних рынках. Как мы отмечали выше, снижение субсидий, поддерживающих местные бренды, и возросшая вследствие этого конкуренция на китайском рынке ЭТС привели к тому, что среди двадцати наиболее продаваемых ЭТС в Китае снова появились иностранные модели. Можно предположить, что для многих брендов Китая становится главным полигоном для апробации новых для них технологий ЭТС. В любом случае, во многом именно политика Китая будет играть ключевую роль в дальнейшей трансформации глобальной автомобильной индустрии.

Применительно к России, понимание процессов электрификации транспорта в Китае интересно сразу по нескольким причинам. Во-первых, может несколько измениться потребность Китая в энергоресурсах — например, произойти перераспределение с тенден-

цией к снижению потребления нефти и нефтепродуктов, используемых для производства автомобильного топлива, за счет увеличения потребления природного газа, используемого для производства электроэнергии. Во-вторых, рост доли ЭТС в Китае может привести к перепроизводству бензиновых автомобилей и росту их экспорта в РФ. В-третьих, Россия может грамотно воспользоваться своим ресурсным потенциалом. Рост индустрии ЭТС ведет к росту спроса на литий, никель, кобальт, марганец, графит (природный и искусственный), медь, алюминий, а также на редкоземельные элементы для электромоторов. Помимо роста инвестиций в добывающую промышленность, Россия может начать выстраивать цепочку для производства тяговых аккумуляторов — от добычи и переработки исходных материалов перейти к производству электродных материалов, затем поддержать производство электрохимических ячеек и, наконец, перейти к полному циклу внутреннего производства решений по накоплению электроэнергии, которые могут быть использованы не только в транспорте, но и в энергетике. Ну и, наконец, необходимо понять при достижении какой доли ЭТС на мировом или региональных автомобильных рынках глобальная электрификация может рассматриваться как неизбежность, чтобы сформировать свой план действий в условиях меняющейся реальности.

6. Заключение

Изучение десятилетнего опыта Китая в области государственной поддержки электрификации автомобильной индустрии представляет значительный интерес благодаря быстрому росту популярности электрических транспортных средств (ЭТС) в этой стране. По итогам 2019 г. объемы продаж легковых электромобилей в Китае превысили 1,2 млн шт., а их доля достигла 5,5 %. Рассмотренный в статье комплекс политических, экологических и экономических причин позволяет предположить, что государственная программа развития индустрии ЭТС будет продолжена.

Несмотря на нестабильность локального рынка ЭТС в Китае в 2019 г., государственную программу поддержки ЭТС в Китае можно считать успешной. Это вызвано как комплексностью мер (субсидии на покупку, система квот среди автопроизводителей, развитие зарядной инфраструктуры и создание преференций для владельцев ЭТС), так и их планомерной реализацией. В ближайшее время по мере объявления дальнейших планов и целевых ин-

¹ 20th KPMG Global Automotive Executive Survey 2019. URL: <https://automotive-institute.kpmg.de/GAES2019/> (дата обращения: 13.02.2020).

дикаторов можно будет сделать выводы о том, по какому пути пойдет дальнейшее развитие индустрии ЭТС в Китае — последовательный рост внутреннего рынка с постепенным вытеснением иностранных брендов, в том числе премиальных, или же международная экспансия

китайских производителей, накопивших значительные знания об эксплуатации ЭТС в разных климатических условиях, развивших требуемые технологии и подготовивших значительные производственные мощности как самих ЭТС, так и тяговых аккумуляторов.

Список источников

1. Gong H., Wang M. Q., Wang H. New energy vehicles in China: policies, demonstration, and progress // *Mitigation and Adaptation Strategies Global Chang.* 2013. Vol. 18. P. 207–228. doi: 10.1007/s11027-012-9358-6.
2. World Energy Outlook 2017. China. Paris : IEA, 2017. 785 p.
3. Review of electric vehicle policies in China: Content summary and effect analysis / Zhang, X., Liang, Y.; Yu, E. et al. // *Renewable & Sustainable Energy Reviews.* 2017. Vol. 70. P. 698–714. doi: 10.1016/j.rser.2016.11.250.
4. Wang N., Pan H., Zheng W. Assessment of the incentives on electric vehicle promotion in China // *Transportation Research Part A Policy Practice.* 2017. Vol. 101. P. 177–189. doi: 10.1016/j.tra.2017.04.037.
5. Modeling systemic risk of crude oil imports: Case of China's global oil supply chain / Sun X., Liu C., Chen X. et al. // *Energy.* 2017. Vol. 121. P. 449–465. doi: 10.1016/j.energy.2017.01.018.
6. Wang Q., Li S., Li R. China's dependency on foreign oil will exceed 80 % by 2030: Developing a novel NMGM-ARIMA to forecast China's foreign oil dependence from two dimensions // *Energy.* 2018. Vol. 163. P. 151–167. doi: 10.1016/j.energy.2018.08.127.
7. China's energy status: A critical look at fossils and renewable options / Musa S. D., Zhonghua T., Ibrahim et al. // *Renewable & Sustainable Energy Reviews.* 2018. Vol. 81. P. 2281–2290. doi: 10.1016/j.rser.2017.06.036.
8. Impacts of fleet types and charging modes for electric vehicles on emissions under different penetrations of wind power / Chen X., Zhang H., Xu Z. et al. // *Natural Energy.* 2018. Vol. 3. P. 413–421. doi: 10.1038/s41560-018-0133-0.
9. Formation of Urban Fine Particulate Matter / Zhang R., Wang G., Guo S. et al. // *Chemical Reviews.* 2015. Vol. 115. P. 3803–3855. doi: 10.1021/acs.chemrev.5b00067.
10. Quantitative evaluation of emission controls on primary and secondary organic aerosol sources during Beijing 2008 Olympics / Guo S., Hu M., Guo Q. et al. // *Atmospheric Chemistry and Physycs.* 2013. Vol. 13. P. 8303–8314. doi: 10.5194/acp-13-8303-2013.
11. Yin H., Xu L. Comparative study of PM10/PM2.5-bound PAHs in downtown Beijing, China: Concentrations, sources, and health risks // *Journal of Cleaner Production.* 2018. Vol. 177. P. 674–683. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.263.
12. The Lancet Commission on pollution and health / Landrigan P. J. et al. // *Lancet.* 2017. Vol. 391. P. 462–512. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32345-0.
13. Haze, public health and mitigation measures in China: A review of the current evidence for further policy response / Gao J., Woodward A., Vardoulakis S., Kovats S., Wilkinson P., Li L., Xu L.; Li J., Yang J., Li J., Cao L., Liu X., Wu H., Liu Q. // *Science Total Environ.* 2017. V. 578. P. 148–157. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.231.
14. Chen S., Jin H. Pricing for the clean air: Evidence from Chinese housing market // *Journal of Cleaner Production.* 2019. Vol. 206. P. 297–306. doi:10.1016/j.jclepro.2018.08.220.
15. Li W., Yang M., Sandu S. Electric vehicles in China: A review of current policies // *Energy Environ.* 2018. Vol. 29. P. 1512–1524. doi: 10.1177/0958305X18781898.
16. Liu C., Huang W., Yang C. The evolutionary dynamics of China's electric vehicle industry — Taxes vs. subsidies // *Computers & Industrial Engineering.* 2017. Vol. 113. P. 103–122. doi: 10.1016/j.cie.2017.08.026.
17. Assessment of electric car promotion policies in chinese cities | He H., Jin L., Cui H. et al. Beijing: ICCT, 2018. 60 p.
18. Cui H. China's new energy vehicle mandate policy (final rule). Beijing: ICCT, 2018. 1 p.
19. How to face the challenges caused by the abolishment of subsidies for electric vehicles in China? / Wang N., Tang L., Zhang W. et al. // *Energy.* 2019. Vol. 166. P. 359–372. doi: 10.1016/j.energy.2018.10.006.
20. Cui H., Yang Z., He H. Adjustment to subsidies for new energy vehicles in China. Beijing: ICCT, 2017. 11 p.
21. Mengnuo D. Research on the Securitization of Electric Vehicle Charging Network // *China International Conference on Electricity Distribution (CICED).* IEEE, 2018. P. 296–301. doi: 10.1109/CICED.2018.8592335.
22. Plug-in electric vehicles in China and the USA: a technology and market comparison / Hao X.; Zhou Y., Wang H. et al. // *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Changes.* 2020. doi: 10.1007/s11027-019-09907-z.
23. Hove A., Sandalow D. Electric vehicle charging in China and the United States. New York : Columbia University, 2019. 88 p.
24. A Study of China's Explosive Growth in the Plug-in Electric Vehicle Market / Ou S., Lin Z., Wu Z. et al. Knoxville, TN: ORNL, 2017. 84 p.
25. A review of Beijing's vehicle registration lottery: Short-term effects on vehicle growth and fuel consumption / Yang J., Liu Y., Qin P. et al. // *Energy Policy.* 2014. Vol. 75. P. 157–166. doi: 10.1016/j.enpol.2014.05.055.
26. Zhang X., Ba X., Zhong H. Electric vehicle adoption in license plate-controlled big cities: Evidence from Beijing // *Journal of Cleaner Production.* 2018. Vol. 202. P. 191–196. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.07.265.

27. Pelegov D., Pontes J. Main Drivers of Battery Industry Changes: Electric Vehicles — A Market Overview // *Batteries*. 2018. Vol. 4. P. 65. doi: 10.3390/batteries4040065.
28. Liang Y., Yu B., Wang L. Costs and benefits of renewable energy development in China's power industry // *Renewable Energy*. 2019. Vol. 131. P. 700–712. doi: 10.1016/j.renene.2018.07.079.
29. Liu J. China's renewable energy law and policy: A critical review // *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 99. P. 212–219. doi: 10.1016/j.rser.2018.10.007.
30. Lin K.-C., Purra M.M. Transforming China's electricity sector: Politics of institutional change and regulation // *Energy Policy*. 2019. Vol. 124. P. 401–410. doi: 10.1016/j.enpol.2018.07.041.

References

1. Gong, H., Wang, M. Q. & Wang, H. (2013). New energy vehicles in China: policies, demonstration, and progress. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18, 207–228. DOI: 10.1007/s11027-012-9358-6.
2. *World Energy Outlook 2017: China*. (2017). Paris: IEA, 785.
3. Zhang, X., Liang, Y., Yu, E., Rao, R. & Xie, J. (2017). Review of electric vehicle policies in China: Content summary and effect analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 698–714. DOI: 10.1016/j.rser.2016.11.250.
4. Wang, N., Pan, H. & Zheng, W. (2017). Assessment of the incentives on electric vehicle promotion in China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 177–189. DOI: 10.1016/j.tra.2017.04.037.
5. Sun, X., Liu, C., Chen, X. & Li, J. (2017). Modeling systemic risk of crude oil imports: Case of China's global oil supply chain. *Energy*, 121, 449–465. DOI: 10.1016/j.energy.2017.01.018.
6. Wang, Q., Li, S. & Li, R. (2018). China's dependency on foreign oil will exceed 80 % by 2030: Developing a novel NMG-ARIMA to forecast China's foreign oil dependence from two dimensions. *Energy*, 163, 151–167. DOI: 10.1016/j.energy.2018.08.127.
7. Musa, S. D., Zhonghua, T., Ibrahim, A. O. & Habib, M. (2018). China's energy status: A critical look at fossils and renewable options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2281–2290. DOI: 10.1016/j.rser.2017.06.036.
8. Chen, X., Zhang, H., Xu, Z., Nielsen, C. P., McElroy, M. B. & Lv, J. (2018). Impacts of fleet types and charging modes for electric vehicles on emissions under different penetrations of wind power. *Nature Energy*, 3(5), 413–421. DOI: 10.1038/s41560-018-0133-0.
9. Zhang, R., Wang, G., Guo, S., Zamora, M. L., Ying, Q., Lin, Y., ... Wang, Y. (2015). Formation of Urban Fine Particulate Matter. *Chemical Reviews*, 115(10), 3803–3855. DOI: 10.1021/acs.chemrev.5b00067.
10. Guo, S., Hu, M., Guo, Q., Zhang, X., Schauer, J. J. & Zhang, R. (2013). Quantitative evaluation of emission controls on primary and secondary organic aerosol sources during Beijing 2008 Olympics. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(16), 8303–8314. DOI: 10.5194/acp-13-8303-2013.
11. Yin, H. & Xu, L. (2018). Comparative study of PM₁₀/PM_{2.5}-bound PAHs in downtown Beijing, China: Concentrations, sources, and health risks. *Journal of Cleaner Production*, 177, 674–683. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.263.
12. Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J. R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. (Nil), ... Zhong, M. (2018). The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet*, 391, 462–512. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32345-0.
13. Gao, J., Woodward, A., Vardoulakis, S., Kovats, S., Wilkinson, P., Li, L., ... Liu, Q. (2017). Haze, public health and mitigation measures in China: A review of the current evidence for further policy response. *Science of The Total Environment*, 578, 148–157. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.231.
14. Chen, S. & Jin, H. (2019). Pricing for the clean air: Evidence from Chinese housing market. *Journal of Cleaner Production*, 206, 297–306. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.08.220.
15. Li, W., Yang, M. & Sandu, S. (2018). Electric vehicles in China: A review of current policies. *Energy & Environment*, 29, 1512–1524. DOI: 10.1177/0958305X18781898.
16. Liu, C., Huang, W. & Yang, C. (2017). The evolutionary dynamics of China's electric vehicle industry — Taxes vs. subsidies. *Computers & Industrial Engineering*, 113, 103–122. DOI: 10.1016/j.cie.2017.08.026.
17. He, H., Jin, L., Cui, H. & Zhou, H. (2018). *Assessment of electric car promotion policies in chinese cities*. Beijing: ICCT, 60.
18. Cui, H. (2018). *China's new energy vehicle mandate policy (final rule)*. Beijing: ICCT, 11.
19. Wang, N., Tang, L., Zhang, W. & Guo, J. (2019). How to face the challenges caused by the abolishment of subsidies for electric vehicles in China? *Energy*, 166, 359–372. DOI: 10.1016/j.energy.2018.10.006.
20. Cui, H., Yang, Z. & He, H. (2017). *Adjustment to subsidies for new energy vehicles in China*. Beijing: ICCT, 11.
21. Mengnuo, D. (2018). Research on the Securitization of Electric Vehicle Charging Network. In: *2018 China International Conference on Electricity Distribution (CICED)* (pp. 296–301). IEEE. DOI: 10.1109/CICED.2018.8592335.
22. Hao, X., Zhou, Y., Wang, H. & Ouyang, M. (2020). Plug-in electric vehicles in China and the USA: a technology and market comparison. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 25, 329–353. DOI: 10.1007/s11027-019-09907-z.
23. Hove, A. & Sandalow, D. (2019). *Electric vehicle charging in China and the United States*. New York, NY: Columbia University, 88.
24. Ou, S., Lin, Z., Wu, Z., Zheng, J., Lyu, R., Przesmitzki, S. & He, X. (2017). *A Study of China's Explosive Growth in the Plug-in Electric Vehicle Market*. Knoxville, TN: ORNL, 84.

25. Yang, J., Liu, Y., Qin, P. & Liu, A. A. (2014). A review of Beijing's vehicle registration lottery: Short-term effects on vehicle growth and fuel consumption. *Energy Policy*, 75, 157–166. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.05.055.
26. Zhang, X., Bai, X. & Zhong, H. (2018). Electric vehicle adoption in license plate-controlled big cities: Evidence from Beijing. *Journal of Cleaner Production*, 202, 191–196. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.265.
27. Pelegov, D. & Pontes, J. (2018). Main Drivers of Battery Industry Changes: Electric Vehicles — A Market Overview. *Batteries*, 4, 65. DOI: 10.3390/batteries4040065.
28. Liang, Y., Yu, B. & Wang, L. (2019). Costs and benefits of renewable energy development in China's power industry. *Renewable Energy*, 131, 700–712. DOI: 10.1016/j.renene.2018.07.079.
29. Liu, J. (2019). China's renewable energy law and policy: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 99, 212–219. DOI: 10.1016/j.rser.2018.10.007.
30. Lin, K.-C. & Purra, M. M. (2019). Transforming China's electricity sector: Politics of institutional change and regulation. *Energy Policy*, 124, 401–410. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.07.041.

Информация об авторах

Пелегов Дмитрий Вячеславович — кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет; Scopus Author ID: 6506575233; <https://orcid.org/0000-0002-0274-2572>, Researcher ID: U-1658-2017 (Российская Федерация, 620026, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: dmitry.pelegov@urfu.ru).

Еременко Глеб Александрович — студент, Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет (ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620002, Россия; e-mail: glebryomenko@gmail.com).

About the authors

Dmitry V. Pelegov — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Senior Research Associate, Institute of Natural Sciences and Mathematics, Ural Federal University; Scopus Author ID: 6506575233; <https://orcid.org/0000-0002-0274-2572>; Researcher ID: U-1658-2017 (19, Mira St., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation; e-mail: dmitry.pelegov@urfu.ru).

Gleb A. Eremenko — Student, Institute of Natural Sciences and Mathematics, Ural Federal University (19, Mira St., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation; e-mail: glebryomenko@gmail.com).

Дата поступления рукописи: 18.02.2020.

Прошла рецензирование: 21.05.2020.

Принято решение о публикации: 10.06.2020.